

Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan
Volume 1 No 2 (2019)

**KARAKTERISTIK FISIKO KIMIA BAKSO IKAN RUCAH DENGAN PENAMBAHAN
TRANSGLUTAMINASE PADA KONSENTRASI YANG BERBEDA**

Physicochemical Characteristics of Trash Fish Meatballs with Different Transglutaminase Addition

Herbudhi Cahyo Nugroho¹, Ulfah Amalia^{1*}, Laras Rianingsih¹

¹Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH Tembalang, Semarang, Jawa Tengah – 50275, Telp/fax: (024) 7474698

*Email : ulfah.amalia@live.undip.ac.id

ABSTRAK

Banyak industri skala kecil menggunakan daging ikan campuran untuk menekan biaya produksi dalam pembuatan bakso ikan. Penggunaan daging ikan campuran akan menghasilkan kualitas bakso ikan yang bervariasi tergantung pada jenis daging yang digunakan. Penambahan bahan tambahan pangan yang sesuai diharapkan dapat meningkatkan karakteristik dari bakso ikan yang dihasilkan. Salah satunya adalah penggunaan transglutaminase (TGase). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi transglutaminase terhadap karakteristik fisiko kimia bakso ikan dari ikan rucah. Konsentrasi transglutaminase yang digunakan adalah 0%, 0,3%, 0,6%, dan 0,9%. Pengujian bakso ikan yang dilakukan meliputi uji hedonik, kadar air, kekuatan gel, mikrostruktur bakso ikan, dan *sodium dodecyl sulfate-polyacrylamide gel electrophoresis*. Penelitian ini bersifat *experimental laboratories* dengan model rancangan acak lengkap (RAL) menggunakan konsentrasi transglutaminase yang berbeda dan dilakukan tiga kali pengulangan. Data dianalisis menggunakan *analysis of variance* dan dilakukan uji beda nyata jujur jika ada interaksi antara perbedaan konsentrasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi terbaik penambahan TGase adalah penambahan TGase 0,9%, menghasilkan bakso ikan yang memiliki kadar air sebesar 64,68% dan paling disukai panelis dengan nilai kekuatan gel yang dihasilkan sebesar 750,734 g.cm. Pengamatan mikrostruktur bakso ikan menunjukkan semakin tingginya konsentrasi transglutaminase yang ditambahkan, porositas pada bahan semakin berkurang. Pengujian *sodium dodecyl sulfate-polyacrylamide gel electrophoresis* menunjukkan protein utama yang terdapat dalam bakso ikan adalah aktin dan *Myosin Heavy Chain* dengan berat molekul masing-masing 43 kDa dan 205 kDa. Penambahan transglutaminase dengan konsentrasi yang berbeda pada bakso ikan rucah memberikan pengaruh terhadap hedonik, kadar air, mikrostruktur, dan meningkatkan kekuatan gel.

Kata kunci: Bakso ikan, transglutaminase, kekuatan gel

ABSTRACT

Numerous small-scale industries use mixed fish meat to suppress costs in producing fish balls. However, the quality of meatballs produced varies, depending on the type of fish meat used. The addition of food additives assumed to improve the characteristics of the fish balls produced. This research aimed to determine the potential of transglutaminase (TGase) on the physico chemical characteristics of fish meatballs from the trash fish. The concentration used were 0%, 0.3%, 0.6%, and 0.9%. The tests included hedonic levels, moisture content, gel strength, the microstructure of fish balls, and sodium dodecyl sulfate-polyacrylamide gel electrophoresis. This research was experimental laboratories with a Complete Randomized Design using a different concentration of transglutaminase and three repetitions. Data were analyzed using ANOVA and Tukey's. The results showed that the addition of 0.9% TGase produced fish balls with a moisture content of 64.68% and most liked panelists with the value of gel strength produced by 750.734 g.cm. The microstructural observation of fish meatballs showed increasingly high concentrations of transglutaminase added, porosity on the material was increasingly reduced. Sodium dodecyl Sulfate-polyacrylamide gel electrophoresis test showed the main proteins contained in the fish meatballs were actin and heavy chain myosin with a molecular weight of each 43 kDa and 205 kDa. The different concentrations addition of transglutaminase in the fish meatballs is affect on the hedonic, moisture content, microstructure, and increase the gel strength.

Keywords: Fish meatballs, transglutaminase, gel strength

PENDAHULUAN

Ikan rucah (*trash fish*) merupakan golongan ikan yang memiliki ukuran relatif kecil, tidak memiliki nilai ekonomis dan dianggap sebagai

limbah yang pada umumnya hanya dimanfaatkan sebagai produk non pangan bagi manusia seperti campuran pakan ternak. Ikan rucah dikategorikan sebagai ikan *bycatch* atau ikan hasil tangkapan

sampingan target yang tidak diinginkan seperti ikan petek, ikan teri dan ikan kresek (Ashwikumar *et al.*, 2014). Jeyasanta dan Jamila (2014) menyebutkan bahwa ikan rucah yang tertangkap dapat mencapai 50% dari hasil tangkapan ini memiliki nilai ekonomis rendah namun kaya akan nilai gizi. Karena tidak dimanfaatkan dengan baik, penanganan ikan rucah dilakukan secara minim dan dibuang sebagai limbah

Ikan rucah yang dianggap sebagai limbah tersebut penanganannya kurang diperhatikan sehingga nilai gizi dari ikan rucah mengalami penurunan. Karena hal tersebut, ikan rucah memiliki harga yang relatif rendah daripada ikan lainnya. Menurut Naya *et al.*, (2017), harga ikan rucah selar di Jawa Tengah pada tahun 2015 relatif murah yaitu Rp. 5000/kg dalam keadaan segar atau dibekukan.

Ashwinikumar *et al.*, (2014) menyebutkan bahwa ikan rucah (*trash fish*) tiap tahunnya hanya dianggap sebagai limbah dan dimanfaatkan sebagai bahan baku ideal yang digunakan sebagai pakan ternak dan produk sampingan lainnya. Hasil menunjukkan bahwa kadar air total ikan rucah (*trash fish*) sebesar 78,94%, kadar protein sebesar 14,00% dan kadar karbohidrat sebesar 0,48%. Berdasarkan nilai gizi yang terkandung dalam ikan rucah, seharusnya dapat dimanfaatkan sebagai produk diversifikasi hasil perikanan.

Bakso ikan merupakan salah satu bentuk diversifikasi hasil perikanan yang memiliki nilai ekonomis tinggi. Muttaqin *et al.*, (2016) menyebutkan bahwa bakso ikan adalah olahan yang terbuat dari lumatan daging yang ditambahkan bumbu-bumbu, tepung, dan bahan tambahan pangan kemudian dilakukan proses penghancuran daging, pembuatan adonan, pencetakan, dan perebusan. Ditinjau dari aspek gizinya, bakso merupakan makanan yang mempunyai kandungan protein hewani, mineral dan vitamin yang tinggi.

Salah satu parameter penentu kualitas bakso ikan adalah tingkat kekenyalannya. Menurut Kusnadi *et al.*, (2012), tingkat kekenyalan bakso yang berkualitas baik yaitu bakso memiliki kemampuan untuk pecah akibat adanya gaya tekanan, dan kandungan nutrisi yang terdapat pada bakso berkualitas baik yaitu memiliki kandungan nutrisi yang cukup untuk memenuhi kebutuhan gizi didalam tubuh.

Komponen penyusun bakso ikan terdiri dari bahan pengisi dan bahan pengikat. Bahan pengisi yang umum digunakan dalam bakso ikan adalah tepung tapioka. Namun penggunaan tepung tapioka belum cukup untuk meningkatkan kekuatan gel sehingga perlu adanya penambahan bahan pengikat yang dapat meningkatkan kualitas bakso ikan yang dihasilkan. Astuti *et al.*, (2014) menyebutkan bahwa Bahan pengisi yang ditambahkan dalam pengolahan bakso ikan seperti tepung tapioka belum cukup meningkatkan kekuatan gel. Benerapa

jenis bahan tambahan pangan dapat dijadikan bahan pengikat yang bertujuan untuk meningkatkan daya ikat air dan minyak, menstabilkan emulsi dan membantu mempertahankan struktur pada produk olahan daging.

Transglutaminase (TGase) merupakan enzim yang termasuk dalam kelompok transferase, memiliki peran dalam pembentukan gel dan elastisitas produk berbahan dasar daging lumat dan surimi. Enzim ini mengkatalisis polimerisasi dan membentuk ikatan silang (*cross linking*) ϵ -(γ -glutamyl) lisin antara residu glutamin dan lisin pada protein bahan pangan. Salah satu sumber penghasil transglutaminase adalah mikroorganisme yang biasa disebut sebagai *microbial transglutaminase* (MTGase), umumnya berasal dari kelompok genus *Streptovorticillium* atau *Streptomyces* (Fawzya *et al.*, 2011). TGase memiliki pH optimum berkisar antara 5-8, tetapi pada pH 4 atau 9, TGase masih menunjukkan aktivitas enzimatis, suhu optimum untuk aktivitas enzimatis adalah 50-55°C. TGase masih mengeluarkan aktivitas enzimatis pada suhu 10°C, dan masih menunjukkan beberapa aktivitas pada suhu sedikit di atas titik beku. TGase dapat ditambahkan pada produk pangan berbasis gel seperti sosis dan bakso ikan (Mayashopha *et al.*, 2015).

Menurut Gaspar dan Silvana (2015), *microbial transglutaminase* (MTGase) merupakan sebuah protein-Glutamine *gamma glutamyl transferase* yang memperbaiki tekstur, stabilitas panas, zat pengemulsi dan pembentukan gel tanpa merubah kualitas nutrisi produk kaya protein seperti daging ikan.

Berbagai penelitian telah dilakukan terkait penggunaan transglutaminase pada berbagai produk pangan. Diantaranya adalah Fawzya *et al.*, (2011) penambahan transglutaminase dengan konsentrasi 0%, 0,3%, 0,6% dan 1% pada daging restrukturasi ikan mata goyang. Hasil terbaik adalah penambahan transglutaminase sebesar 0,3% dapat meningkatkan kekuatan gel sebesar 3.235 g.cm. Chanarat dan Benjakul (2013) penambahan MTGase sebesar 0,4% dapat meningkatkan kekuatan gel pada surimi. Herranz *et al.*, (2013) penambahan MTGase 0,8% menghasilkan surimi ikan terbang yang memiliki jaringan lebih kuat dan lebih kaku.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi terbaik penggunaan transglutaminase untuk meningkatkan karakteristik fisiko kimia bakso ikan rucah yang dihasilkan.

METODE PENELITIAN

Bahan Pembuatan Bakso Ikan Rucah

Pembuatan bakso ikan diawali dengan pembelian ikan rucah yang didapatkan dari Pasar. Ikan rucah dimasukan ke dalam plastik dan diletakkan ke dalam *box styrofoam* yang telah berisi es batu untuk menjaga kesegaran ikan. Bahan

pengisi seperti tepung tapioka dan bumbu didapatkan dari pasar swalayan

Pembuatan Bakso Ikan Rucuh dengan Penambahan Transglutaminase

Ikan rucuh dicuci terlebih dahulu dengan air mengalir, kemudian dilakukan proses *filleting* untuk diambil dagingnya kemudian dilakukan penggilingan. Pembuatan bakso ikan dengan penambahan transglutaminase dengan masing-masing konsentrasi 0(K) ; 0,3(A) ; 0,6(B) dan 0,9%(C) terhadap berat daging ikan dalam adonan. Daging ikan rucuh digiling kemudian ditambahkan transglutaminase sesuai perlakuan, tepung tapioka, garam, bawang putih, merica, dan es batu lalu diaduk hingga merata. Setelah itu, adonan diambil dan dibentuk bulat dengan berat 15 gram. Proses perebusan pertama dilakukan dengan suhu 40°C selama 1 jam untuk mengaktivasi enzim TGase. Yongsawatdigul dan Piyadammaviboon (2005). Kemudian dilakukan perebusan kedua dengan suhu 90°C hingga bakso terapung di permukaan yang menandakan bakso ikan telah matang. Setelah itu dilakukan penirisan selama 15 menit dan dilakukan pengemasan secara vakum (Cahyaningrum *et al.*, 2015).

Tingkat Penerimaan Panelis

Pengujian hedonik bertujuan untuk mengetahui tingkat penerimaan panelis terhadap produk yang dibuat. Uji hedonik menggunakan panelis tidak terlatih sebanyak 30 orang. Metode uji hedonik adalah untuk menentukan tingkatan kesukaan panelis terhadap bakso ikan yang dihasilkan berdasarkan skala angka 1 sebagai nilai terendah dan angka 9 sebagai nilai tertinggi dengan menggunakan lembar penilaian (*scoresheet*) berdasarkan SNI 01-2346-2006.

Kadar Air

Perhitungan kadar air sesuai dengan standar SNI 01-2354-1-2006. Adapun langkah-langkahnya yakni cawan kosong dimasukan ke dalam oven selama 2 jam, setelah itu cawan dipindahkan ke dalam desikator selama 30 menit hingga mencapai suhu ruang dan ditimbang sebagai nilai (A), kemudian sampel ditimbang sebanyak 2 g ke dalam cawan porselin sebagai nilai (B), cawan yang berisi sampel selanjutnya diletakkan dalam oven dengan suhu 105 °C selama 16-24 jam, kemudian cawan dipindahkan ke dalam desikator selama 30 menit lalu ditimbang sebagai nilai (C), lakukan perhitungan dengan rumus seperti dibawah ini :

$$\text{Kadar air} = \frac{B - C}{B - A} \times 100\%$$

Keterangan :

A: berat cawan

B: berat cawan + sampel sebelum dioven

C: berat cawan + sampel sesudah dioven

Kekuatan Gel

Pengujian yang dilakukan dengan menggunakan alat *Texture Analyzer* model TA-TX2. Bakso ikan rucuh diseimbangkan dan ditempatkan secara presisi pada wadah lempeng stainless steel bertepatan tepat dibawah probe. Pengujian pada suhu ruangan. Bentuk pencilup (probe) berbentuk bulat (diameter 5 mm, dengan kecepatan 60 mm/menit tempo elastisitas). Nilai kekuatan gel didapatkan dengan rumus: Kekuatan gel (g.cm) = *Hardness* (g) x *Deformation* (cm).

Mikrostruktur

Pengujian mikrostruktur bakso ikan dilakukan untuk mengetahui struktur mikro bakso ikan antara kontrol dengan perlakuan. Pengujian dilakukan dengan *Scanning Electron Microscope* (SEM), spesifikasi alat JEOL JSM 6510-LA. Sampel yang akan diamati terlebih dahulu dikeringkan dalam pengering beku. Setelah preparasi sampel selesai, dilakukan pelekatan sampel pada logam yang telah dilapisi lem karbon untuk dilakukan pelapisan menggunakan emas atau logam didalam perangkat tabung plasma hampa penghasil gelombang mikro (*magnetron sputtering device*) yang dilengkapi dengan pompa vakum, pada proses vakum terjadi lompatan logam emas kearah sampel sehingga melapisi emas. Proses vakum berlangsung sekitar 20 menit. Sampel yang telah dilapisi diletakan pada lokasi sampel dalam mikroskop elektron dan dengan terjadinya tembakan elektron kearah sampel maka akan terekam ke dalam monitor dan dilakukan pemotretan.

SDS-Polyacrylamide Gel Electrophoresis

Pengujian berat molekul protein yang dilakukan dengan metode SDS-PAGE berdasarkan pada Leammli (1970), dimana pengujian ini menggunakan 2 jenis gel yaitu *stacking gel* dan *running gel*. Preparasi sampel dilakukan dengan melarutkan sampel dalam sampel buffer, selanjutnya dipanaskan pada suhu 90°C selama 5 menit. Pembuatan *running gel* dilakukan dengan mencampurkan 3,35 ml aquades; 2,5 ml tris-HCl pH 8.8, 0,1 ml SDS 10%, dan 4 ml bis-akrilamida. Larutan selanjutnya diaduk dan ditambahkan 0,05 ml APS 10% serta 0,008 ml TEMED. Larutan diaduk kembali hingga tercampur. *Running gel* yang masih cair dituang dalam cetakan gel setinggi batas atas dan ditambah isopropanol sampai batas ujung kaca untuk meratakan permukaan gel. *Running gel* dibiarkan selama 15-30 menit pada suhu ruang. Setelah gel membeku, isopropanol dipisahkan dari cetakan dan dikeringkan dengan kertas saring. Bagian atas cetakan yang kosong diisi dengan *stacking gel* (2,95 ml aquades; 1,25 ml tris-HCl pH 6.8; 0,05 ml SDS 10%; dan 0,7 ml bis-akrilamida). *Running gel* dan *stacking gel* yang telah tercampur merata kemudian ditambah 0,05 ml

APS 10% dan 0,008 ml TEMED. Sisiran pembuat sumur dimasukkan pada cetakan sehingga gel dibiarkan terpolimerasi 15-30 menit pada suhu ruang. Sisi ran diangkat perlahan hingga tercetak sumur-sumur sebagai tempat sampel kemudian gel dipindahkan ke alat elektroforesis. Sampel dimasukkan dalam sumur dan ditambah sampel buffer dengan perbandingan 1:1. Sampel divorteks kemudian dipanaskan selama 4 menit, lalu didinginkan, dan dimasukkan pada setiap sumur. Marker yang telah diketahui bobot molekulnya digunakan sebagai standar. Marker ini ditambahkan dengan sampel buffer (1:20). Buffer elektrode dimasukkan dalam alat elektroforesis kemudian *dirunning* pada tegangan 150 volt dan dihentikan setelah sampel sampai pada ujung gel (kurang lebih selama satu jam). Apabila *running* telah selesai, gel dilepaskan dari cetakan dan dilakukan pewarnaan. Gel yang telah dilepas dari cetakan selanjutnya direndam dalam larutan pewarna dan diletakkan pada *shacker* selama 5-30 menit. Gel kemudian dicuci selama 15 menit dengan larutan penghilang warna sampai larutan menjadi jernih. Gel diawetkan dengan selofan.

Analisis Data

Analisis data parametrik digunakan untuk data dari kadar air dan kekuatan gel. Analisis data parametrik yang digunakan pada penelitian ini adalah *Analysis of Variance* (ANOVA) dan uji lanjut Beda Nyata Jujur (BNJ). Analisis data non-parametrik digunakan untuk menganalisis data yang dihasilkan dari uji hedonik. Analisis data non-parametrik yang digunakan adalah *Kruskal-Wallis* dengan uji lanjut *Mann Whitney*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tingkat Penerimaan Panelis

Hasil uji statistik diperoleh bahwa perbedaan konsentrasi transglutaminase yang ditambahkan dalam adonan memberikan pengaruh terhadap tingkat kesukaan panelis terhadap bakso ikan pada parameter kenampakan dan tekstur. ($P < 0,05$). Berdasarkan uji hedonik terhadap bakso ikan, diperoleh nilai selang kepercayaan tertinggi pada perlakuan C sebesar $7,11 < \mu < 7,38$ kemudian perlakuan B sebesar $6,96 < \mu < 7,19$ kemudian perlakuan A sebesar $6,513 < \mu < 6,78$ dan terendah adalah perlakuan K sebesar $6,03 < \mu < 6,31$. Berdasarkan hasil tersebut diketahui bahwa secara keseluruhan panelis agak menyukai bakso ikan. Perbedaan konsentrasi transglutaminase yang ditambahkan memberikan hasil yang berbeda dan dapat meningkatkan kesukaan panelis terhadap bakso ikan.

Kenampakan

Kenampakan bakso ikan yang paling disukai panelis adalah bakso ikan perlakuan C (Tabel 1) dengan kenampakan bakso ikan yang berbentuk bulat, cerah, dan permukaannya yang rata.

Kenampakan bakso ikan dari perlakuan B hampir sama dengan bakso ikan perlakuan C. Kenampakan bakso ikan dengan perlakuan A dan kontrol agak disukai panelis dengan kenampakan berbentuk bulat, berpori dan tidak rata pada permukaannya. Komposisi transglutaminase yang semakin besar memberikan kenampakan bakso ikan semakin disukai panelis. Aaron dan Torsten (2019) menyebutkan bahwa transglutaminase digunakan dalam industri makanan untuk berbagai keperluan, yaitu untuk memperbaiki tekstur, kenampakan, kekerasan, dan umur simpan daging, meningkatkan kekerasan produk perikanan, meningkatkan kualitas dan tekstur susu pada produk berbasis susu dan meningkatkan tekstur dan elastisitas permen.

Aroma

Hasil pengujian hedonik terhadap parameter aroma pada bakso ikan menunjukkan hasil bahwa bakso ikan kontrol dan bakso ikan dengan penambahan transglutaminase tidak berpengaruh terhadap aroma bakso ikan. Berdasarkan hasil uji hedonik pada parameter aroma didapatkan bakso ikan dengan aroma ikan yang tidak terlalu amis dan aroma bawang putih. Transglutaminase yang ditambahkan pada adonan tidak memberikan pengaruh terhadap aroma. Menurut Silaban *et. al.* (2017), aroma amis ikan juga berkurang dengan adanya penambahan bumbu dan penyedap rasa seperti merica, bawang putih, dan bumbu-bumbu yang memiliki aroma khas masing-masing.

Sumber aroma yang dihasilkan dari tiap perlakuan adalah bawang putih. Bawang putih merupakan salah satu bumbu yang biasa ditambahkan untuk memberikan aroma pada produk pangan. Selain sebagai bumbu masakan, bawang putih juga memiliki manfaat dalam kesehatan tubuh. Menurut Srihari *et al.*, (2015), bawang putih banyak digunakan sebagai bumbu utama pada berbagai masakan karena aromanya yang khas. Aroma khas tersebut karena senyawa aktif Allicin yang dapat berfungsi sebagai anti kolesterol.

Rasa

Hasil pengujian hedonik terhadap parameter rasa pada bakso ikan menunjukkan bahwa bakso ikan kontrol dan bakso ikan dengan penambahan transglutaminase tidak berpengaruh terhadap rasa bakso ikan. Hasil uji hedonik pada parameter rasa didapatkan bakso ikan dengan rasa yang agak disukai panelis. Hal ini disebabkan karena persentase bahan baku dan bahan tambahan yang digunakan antar perlakuan pada proses pembuatan bakso ikan tidak berbeda sehingga rasa bakso ikan yang dihasilkan juga mempunyai rasa yang sama.

Rasa yang terbentuk pada bakso ikan disebabkan oleh adanya garam, merica, dan bawang putih pada adonan. Ardianti *et. al.* (2014) menjelaskan bahwa bakso ikan yang disukai umumnya adalah bakso ikan yang masih memiliki rasa ikan yang digunakan. Penggunaan bumbu-

Tabel 1. Hasil Tingkat Penerimaan Panelis terhadap Bakso Ikan

Perlakuan	Parameter			
	Kenampakan	Aroma	Rasa	Tekstur
K	6,10 ± 0,76 ^a	6,76 ± 0,73 ^a	6,06 ± 0,69 ^a	5,76 ± 0,68 ^a
A	6,96 ± 0,61 ^b	7,03 ± 0,76 ^a	6,23 ± 0,77 ^a	6,37 ± 0,67 ^b
B	7,50 ± 0,57 ^c	7,13 ± 0,63 ^b	6,30 ± 0,60 ^a	7,37 ± 0,56 ^c
C	7,60 ± 0,67 ^c	7,23 ± 0,64 ^b	6,34 ± 0,67 ^a	7,83 ± 0,70 ^d

Keterangan:

- Data merupakan hasil rata-rata ± standar deviasi
- Data yang diikuti dengan tanda huruf kecil yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$).

bumbu seperti bawang putih akan mempengaruhi citarasa yang dihasilkan karena memiliki beberapa komponen bioaktif yaitu senyawa sulfida adalah senyawa yang terbanyak jumlahnya. Senyawa-senyawa tersebut dalam bentuk teroksidasi disebut dengan alisin. Sama seperti senyawa fenolik lainnya, senyawa ini membangkitkan citarasa pada bahan makanan.

Citarasa sangat ditentukan oleh bahan atau komposisi penyusunnya. Semakin banyak konsentrasi bahan tambahan yang diberikan, maka citarasa yang dihasilkan akan semakin terasa saat dirasakan oleh lidah. Purwanto *et al.*, (2013) menyatakan bahwa rasa dari produk sangat dipengaruhi oleh bahan – bahan penyusunnya. Tinggi rendah komposisi yang ditambahkan akan berpengaruh terhadap rasa.

Tekstur

Tekstur bakso ikan yang paling disukai panelis adalah bakso ikan dengan perlakuan C dengan tekstur yang halus, padat dan lebih kenyal dari perlakuan yang lain. Tekstur bakso ikan dengan perlakuan B disukai oleh panelis sedangkan tekstur bakso ikan dengan perlakuan A dan K agak disukai panelis dengan tekstur yang kasar, kurang kompak dan agak kenyal. Bakso ikan pada perlakuan A dan K cenderung retak ketika ditekan dengan jari, sedangkan bakso ikan dengan perlakuan B dan C tidak retak ketika ditekan dengan jari. Hal ini sesuai dengan penelitian Chen *et al.*, (2019), bahwa penambahan 0,5% MTGase adalah konsentrasi yang paling efektif untuk meningkatkan sifat mekanik produk. Selain itu, studi ini menunjukkan bahwa MTGase dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas tekstur makanan olahan.

Kadar Air

Hasil kadar air bakso ikan tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Kadar Air Bakso Ikan

Perlakuan	Kadar Air (%)
K	67,13 ± 0,52 ^b
A	66,82 ± 0,54 ^b
B	64,74 ± 0,46 ^a
C	64,68 ± 0,57 ^a

Keterangan:

- Data merupakan hasil rata-rata ± standar deviasi

- Data yang diikuti dengan tanda huruf kecil yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$).

Data hasil uji kadar air diperoleh nilai kadar air tertinggi yaitu perlakuan K dengan 67,13 % dan nilai terendah yaitu perlakuan C dengan nilai 64,68 %. Uji statistik menunjukkan terdapat perbedaan nyata antara perlakuan K dengan perlakuan B dan C sedangkan tidak berbeda nyata dengan perlakuan A. Perlakuan B dan C tidak menunjukan perbedaan nyata. Perbedaan konsentrasi transglutaminase yang ditambahkan berpengaruh terhadap kadar air yang terkandung dalam produk. Kadar air dalam bahan pangan menentukan daya terima dan daya tahan produk. Menurut SNI 7266-2014 tentang persyaratan mutu dan keamanan bakso ikan mempersyaratkan bahwa kadar air maksimal 65%, untuk itu dari hasil pengujian kadar air yang telah dilakukan, perlakuan K dan perlakuan A tidak memenuhi persyaratan sesuai SNI 7266-2014, sedangkan perlakuan B dan perlakuan C memenuhi standar SNI tersebut yaitu sebesar 64,74% dan 64,68%.

Tingginya kadar air pada perlakuan K diduga karena jumlah tepung tapioka yang ditambahkan pada formulasi pembuatan bakso ikan lebih banyak dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Pada penelitian ini, formulasi tepung tapioka berkurang karena substitusi dengan penambahan TGase. Presentase tepung tapioka pada perlakuan A menurun 0,3%, perlakuan B menurun 0,6%, dan perlakuan C menurun sebesar 0,9%. Sifat dari tepung tapioka adalah tepung tapioka dapat menyerap air dengan sempurna. Cato *et al.*, (2015) menjelaskan bahwa tepung tapioka dapat mengikat air dengan sempurna dan tidak mudah terlepas. Dalam suatu pengolahan, tepung tapioka berfungsi sebagai zat penangkap air dan menciptakan suatu karakteristik tertentu. Hal ini juga sesuai dengan pernyataan Kusumaningrum *et al.*, (2013) yang menyatakan bahwa pada tepung umbi - umbian (tapioka) mengandung karbohidrat berupa amilosa dan amilopektin. Amilosa dan amilopektin apabila dimasukan ke dalam air, granula patinya akan menyerap dan membengkak, sehingga dapat mempengaruhi nilai kadar air yang dihasilkan pada produk.

Kekuatan Gel

Hasil kekuatan gel bakso ikan tersaji pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Kekuatan Gel Bakso Ikan

Perlakuan	Kekuatan gel (g.cm)
K	213,15 ± 10,65 ^a
A	362,84 ± 11,84 ^b
B	532,70 ± 11,61 ^c
C	750,73 ± 10,73 ^d

Keterangan:

- Data merupakan hasil rata-rata ± standar deviasi
- Data yang diikuti dengan tanda huruf kecil yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$).

Penambahan transglutaminase pada adonan bakso ikan memberikan pengaruh terhadap nilai kekuatan gel yang dihasilkan. Dari hasil uji kekuatan gel bakso ikan, diperoleh hasil kekuatan gel tertinggi pada perlakuan C dengan 750,73 g.cm, sedangkan nilai kekuatan gel terendah dimiliki oleh perlakuan K dengan 213,15 g.cm. Tekstur mempengaruhi tingkat kesukaan konsumen terhadap produk perikanan berbasis gel. Konsumen cenderung menyukai makanan yang memiliki tekstur kenyal. Berdasarkan data yang diperoleh, semakin tinggi konsentrasi transglutaminase yang ditambahkan akan membuat bakso ikan menjadi semakin kenyal. Hal tersebut dikarenakan transglutaminase merangsang pembentukan ikatan silang protein (*cross linking*) sehingga menyebabkan tekstur yang semakin padat dan meningkatkan sifat tekstur. Hal ini sesuai dengan penelitian Zhang *et al.*, (2019) yang menyatakan bahwa penambahan TGase meningkatkan kekuatan gel pada produk lebih dari dua kali lipat yang mungkin disebabkan oleh pembentukan ikatan silang (*Cross linking*) dari jaringan gel yang ditimbulkan oleh pembentukan intermolekuler ϵ -(γ -glutamyl) lisin dalam molekul protein.

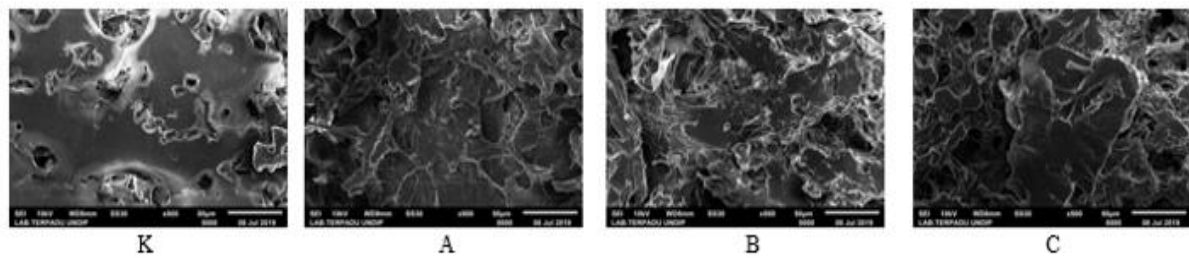
Penambahan transglutaminase dapat meningkatkan kekuatan gel dengan mengkatalisis pembentukan ikatan silang (*cross linking*) protein myofibrillar dan menghasilkan struktur jaringan yang lebih kompak dan lebih padat sehingga dapat meningkatkan kekuatan gel pada bakso ikan. Kaewudon *et al.*, (2013) menjelaskan bahwa jaringan gel surimi menjadi lebih halus dan lebih padat dengan penambahan MTGase jika dibandingkan dengan kekuatan gel kontrol (tanpa penambahan MTGase). Protein myofibrillar mengalami ikatan silang yang lebih efektif dengan adanya MTGase. Penambahan MTGase menghasilkan struktur jaringan yang lebih kompak dan jaringan gel padat. Struktur yang lebih halus dan lebih tertata dari MTGase meningkatkan gel yang berkorelasi dengan *breaking force* dan deformasi yang lebih tinggi.

Mikrostruktur

Mikrostruktur adalah uji yang dilakukan untuk mengetahui kenampakan permukaan produk dengan perbesaran mikroskopik. Uji mikrostruktur bakso ikan Hasil pengamatan mikrostruktur menunjukkan bahwa sampel bakso ikan tanpa penambahan TGase memiliki jaringan yang lebih longgar dan lebih banyak memiliki pori-pori. Sedangkan dengan adanya penambahan TGase menghasilkan kenampakan tekstur yang semakin padat atau porositas berkurang. Hal ini menunjukkan bahwa ikatan silang di antara protein daging semakin kuat dengan adanya penambahan TGase. Namun peningkatan penambahan enzim tampaknya memberikan hasil yang tidak berbeda nyata tidak terlalu berbeda. Dengan demikian, pengamatan mikrostruktur ini mendukung hasil pengujian kadar air dan sifat sensori dari atribut tekstur, dimana sebagian besar sifat sensori tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada penambahan enzim transglutaminase 0,6% dan 0,9%, dan pada pengujian kadar air, memberikan penilaian yang tidak berbeda nyata pada penambahan enzim 0,6% dan 0,9%. Menurut Herranz *et al.*, (2013) mikrostruktur jelas ditingkatkan dengan penambahan TGase, yang menghadirkan ruang yang seragam dan struktur jaringan yang lebih kompak. Sedangkan surimi tanpa penambahan TGase, struktur jaringan mikroskopis lebih longgar, lebih banyak pori-pori dan permukaan yang lebih kasar.

Menurunnya porositas yang terbentuk dalam struktur bakso ikan pada tiap perlakuan diduga karena banyaknya jumlah tepung tapioka yang ditambahkan. Tepung tapioka memiliki beberapa sifat yang ada dalam pati seperti gelatinasi, *swelling power* (daya kembang), dan viskositas. Gelatinisasi merupakan proses pembengkakan granula pati ketika dipanaskan dalam media air. Semakin tinggi suhu pemanasan akan meningkatkan sifat hidrofilik pati yang menyebabkan daya kembang pati meningkat. Daya kembang (*swelling power*) pati memiliki arti sebagai pertambahan volume dan berat maksimum yang dialami pati dalam air. Dewi *et al.*, (2015) menyebutkan bahwa proses tersebut dapat membuat granula pati menjadi lebih besar dan mengembang, ini dikarenakan granula pati akan menyerap air sehingga lama - kelamaan pati tersebut menjadi mengembang (*swelling power* meningkat).

Berdasarkan gambar 1, semakin meningkatnya konsentrasi transglutaminase yang ditambahkan, porositas pada bahan akan berkurang. Hal ini mendukung hasil pengujian kadar air, dimana kadar air pada perlakuan K lebih tinggi daripada perlakuan A B dan C, dikarenakan banyaknya porositas atau rongga yang terbentuk menyebabkan rongga tersebut dapat menyerap air saat dilakukan perebusan.



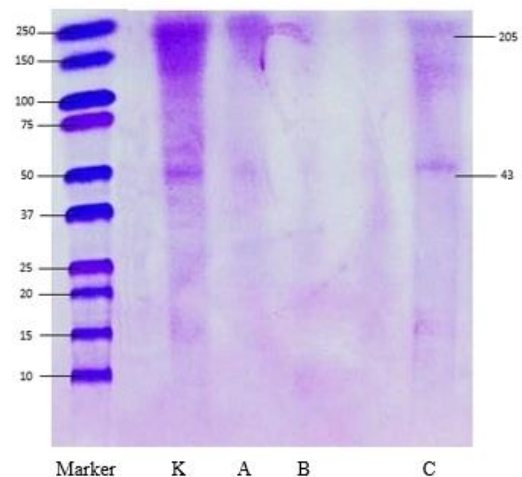
Gambar 1. Hasil Mikrostruktur Bakso Ikan dengan SEM perbesaran 500x
 K: tanpa TGase; A: TGase 0,3%; B: TGase 0,6%; C: TGase 0,9%

Menurut Ayu dan Yuwono (2014), proses peningkatan suhu mengakibatkan perkembangan struktur bahan dan menyebabkan rongga pada bahan tersebut akan semakin luas dan mudah untuk menyerap air.

SDS-polyacrylamide gel electrophoresis

SDS-polyacrylamide gel electrophoresis merupakan suatu metode untuk memisahkan rantai polipeptida protein berdasarkan kemampuan untuk bergerak dalam arus listrik, yang merupakan fungsi dari panjang rantai polipeptida atau berat molekulnya. Satuan berat molekul yang digunakan adalah kDa (kiloDalton). Hasil pengujian SDS PAGE menunjukkan bahwa aktin dan *Myosin Heavy Chain* (MHC) bertindak sebagai protein utama, namun dengan penambahan TGase mengurangi kejelasan visual pada hasil SDS PAGE yang telah dilakukan (gambar 2). Menurut Seighlani *et al.*, (2017), dua band 43 kDa dan 205 kDa masing-masing adalah aktin dan MHC. Kehadiran visual intensitas pita MHC menurun karena jumlah MTGase meningkat. Hal tersebut dimungkinkan terkait dengan pembentukan ikatan silang kovalen non-disulfida, yang berkontribusi sebagian untuk peningkatan kekuatan gel. Pola SDS-PAGE dari surimi ikan kurisi (*Nemipterus virgatus*) dengan penambahan TGase menunjukkan bahwa pengikatan silang antarmolekul atau intramolekul yang dibentuk dalam pita MHC dihubungkan secara silang selama pemanasan.

Penggunaan MTGase dengan konsentrasi yang lebih tinggi (mencapai 1%) tidak dapat berkontribusi penuh dalam pembentukan ikatan silang antarprotein. Penelitian yang dilakukan oleh Duangmal dan Taluengphol (2010) menyebutkan penambahan MTGase menurunkan intensitas pita MHC secara signifikan pada surimi. Penurunan pita MHC bisa disebabkan oleh pembentukan ikatan protein dari e- (g-glutamyl) lysine di MHC yang saling terkait di hadapan MTGase. Myosin yang dipolimerisasi tidak bisa masuk ke dalam gel SDS, yang mengarah pada penurunan intensitas pita. Tidak ada perbedaan yang nyata dalam intensitas pita aktin dari surimi yang diformulasikan dengan tingkat MTGase yang berbeda.



Gambar 2. Pita SDS PAGE Bakso Ikan dengan penambahan TGase K: tanpa TGase; A: TGase 0,3%; B: TGase 0,6%; C: TGase 0,9%

Selain karena penambahan TGase yang menyebabkan rendahnya tingkat visualitas pita dalam gel, hal tersebut juga dimungkinkan karena faktor pemanasan yang terjadi ketika perebusan bakso ikan. Suhu yang tinggi menyebabkan protein terdenaturasi membentuk molekul molekul protein yang lebih sederhana. Penelitian yang dilakukan Sugiharsono *et al.*, (2014) menyebutkan bahwa salah satu faktor yang dapat mempengaruhi gambaran pita-pita protein dalam gel diantaranya adalah suhu. Suhu yang tinggi akibat adanya pemanasan dapat menguraikan struktur protein menjadi lebih sederhana. Pemanasan protein dapat menyebabkan terjadinya reaksi-reaksi baik yang diharapkan maupun yang tidak diharapkan. Reaksi-reaksi tersebut diantaranya denaturasi, kehilangan aktivitas enzim, perubahan kelarutan dan hidrasi, perubahan warna, derivatisasi residu asam amino, *cross-linking*, dan pemutusan ikatan peptida.

KESIMPULAN

Penambahan transglutaminase dengan konsentrasi yang berbeda pada bakso ikan rucah memberikan pengaruh terhadap hedonik, kadar air, mikrostruktur, dan kekuatan gel. Bakso ikan rucah dengan penambahan transglutaminase yang paling disukai panelis adalah perlakuan C dengan selang

kepercayaan $7,11 < \mu < 7,38$ (suka), semakin banyak jumlah Transglutaminase yang ditambahkan maka kekenyalan pada bakso ikan semakin meningkat, dalam hal ini perlakuan dengan kekuatan gel tertinggi dimiliki oleh perlakuan C dengan nilai 750,734 g.cm.

DAFTAR PUSTAKA

- Aaron, L. dan M. Torsten. 2019. *Microbial Transglutaminase: A New Potential Player in Celiac Disease. Clinical Immunology*. 199: 37-43.
- Ardianti, Y., S. Widyastuti, Rosmilawati, Saptono, dan D. Handito. 2014. Pengaruh Penambahan Karagenan Terhadap Sifat Fisik dan Organoleptik Bakso Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*). *Agroteksos*, 24(3): 159-166.
- Ashwinikumar, S. Kumar., D. Kannan, N. B. Rao, P. Thirunavukkarasu dan P. Soundarapandian. 2014. Evaluation of Nutrients in Trash Fish, Parangipettai (South East Coast of India). *International Journal of Research in Fisheries and Aquaculture*, 4(2): 82-85.
- Astuti, R. T., Y.S. Darmanto, dan I. Wijayanti. 2014. Pengaruh Penambahan Isolat Protein Kedelai Terhadap Karakteristik Bakso dari Surimi Ikan Swangi (*Priacanthus tayenus*). *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 3(3): 47-54.
- Ayu, D. C, dan S. S. Yuwono. 2014. Pengaruh Suhu Blansing Dan Lama Perendaman Terhadap Sifat Fisik Kimia Tepung Kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 2(2): 110-120.
- Badan Standarisasi Nasional. 2006. Standar Nasional Indonesia No. 01 – 2346 – 2006. Petunjuk pengujian organoleptik dan atau sensori. Jakarta : Jakarta.
- _____. 2006. Standarisasi Nasional Indonesia No. 01-2354,1- 2006. Pengujian Kadar Air. Jakarta.
- _____. 2014. Standar Nasional Indonesia Bakso Ikan (SNI 7266: 2014). Dewan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Cahyaningrum, D., T.W. Agustini, dan Romadhon. 2015. Pengaruh Frekuensi Pencucian yang Berbeda Terhadap Kualitas Bakso Ikan Gabus (*Ophiocephalus striatus*). *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 4(2): 33-39.
- Cato, L., D. Rosyidi, dan I. Thohari. 2015. Pengaruh Substitusi Tepung Porang (*Amorphophallus oncophyllus*) Pada Tepung Tapioka Terhadap Kadar Air, Protein, Lemak, Rasa Dan Tekstur Nugget Ayam. *Jurnal Ternak Tropika*, 16: 15-23.
- Chanarat, S dan S. Benjakul. 2013. Effect of Formaldehyde on Protein Cross-Linking and Gel Forming Ability Of Surimi From Lizardfish Induced By Microbial Transglutaminase. *Food Hydrocolloids*, 30: 704-711.
- Chen, C., K. Takashi., L. Geonzon., E. Okazaki, dan K. Osako. 2019. Texture Enhancement of Salted Alaska Pollock (Theragra chalcogramma) Roe Using Microbial Transglutaminase. *Food Chemistry*, 290: 196-200.
- Dewi, N. S., N. H. R. Parnanto, dan A. Ridwan. 2012. Karakteristik Sifat Fisikokimia Tepung Bengkuang (*Pachyrhizus erosus*) Dimodifikasi Secara Asetilasi Dengan Variasi Konsentrasi Asam Asetat Selama Perendaman. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 5(2): 104-112.
- Duangmal, K. dan Taluengphol, A. 2010. Effect of Protein Additives, Sodium Ascorbate, and Microbial Transglutaminase on the Texture and Colour of Red Tilapia Surimi Gel. *International Journal of Food Science & Technology*, 45, 48–55.
- Fawzya, N.Y., Tri, K. A. P., Gunawan dan Gintung P. 2011. Pengaruh Garam dan Enzim Transglutaminase Terhadap Sifat Fisik dan Sensori Daging Restrukturasi Ikan Mata Goyang. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, 6 (1): 27 – 36.
- Gaspar, A. L. C., dan Silvana P. G. F. 2015. Action of Microbial Transglutaminase (MTGase) in the Modification of Food Proteins: A Review. *Food Chemistry* 171: 315–322.
- Herranz, B., C. A. Tovar., A. J. Borderias dan H. M. Moreno. 2013. Effect of High-Pressure and/or Microbial Transglutaminase on Physicochemical, Rheological and Microstructural Properties of Flying Fish Surimi. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 20: 24–33.
- Jeyasanta, K. I dan Jamila, P. 2014. Nutritive Evaluation of Trash Fishes in Tuticorin (India). *World Journal of Fish and Marine Sciences*, 6 (3): 275-288.
- Kaewudon, P., S. Benjakul, dan K. Kijroongrojana. 2013. Properties of Surimi Gel As Influenced By Fish Gelatin and Microbial Transglutaminase. *Food Bioscience*, 1: 39-47.
- Kusnadi, D. C., V. P. Bintoro, dan A. N. Al-Baarri. 2012. Daya Ikat Air, Tingkat Kekenyalan dan Kadar Protein pada Bakso Kombinasi Daging Sapi dan Daging Kelinci. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 1(2): 28-31.
- Kusumaningrum, M., Kusrahayu, dan S. Mulyani. 2013. Pengaruh Berbagai Filler (Bahan Pengisi) Terhadap Kadar Air, Rendemen

- Dan Sifat Organoleptik (Warna) *Chicken Nugget*. *Animal Agriculture Journal*, 2(1): 370-376
- Laemmli, U. K. 1970. Cleavage of Structural Proteins During The Assembly of The Head of Bacteriophage T4. *Nature*, 227(5259), 680-685.
- Mayashopha A. Y., F. Herfianita Dan A Sutrisno. 2015. Aplikasi Enzim Transglutaminase Pada Produk Pangan: Kajian Pustaka. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3 (3): 1145-1151.
- Muttaqin, B., T. Surti, dan I. Wijayanti. 2016. Pengaruh Konsentrasi *Egg White Powder* (EWP) Terhadap Kualitas Bakso dari Ikan Lele, Bandeng, dan Kembung. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 5(3): 9-16.
- Naya, D. A. B., D. Wijayanto, dan Sardiyatmo. 2017. Analisis Komoditas Unggulan Perikanan Tangkap di Provinsi Jawa Tengah. *Journal of Fisheries Resources Utilization Management and Technology*, 6(3): 37-46.
- Purwanto, R. O., B. D. Argo, dan M. B. Hermanto. 2013. Pengaruh Komposisi Sirup Glukosa dan Variasi Suhu Pengeringan Terhadap Sifat Fisiko - Kimia dan Inderawi Dodol Rumput Laut (*Eucheuma spinosium*). *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*, 1(1): 1-12.
- Seighalani, F.Z.B., J. Bakar., N. Saari, dan A. Khoddami. 2017. Thermal and Physicochemical Properties of Red Tilapia (*Oreochromis Niloticus*) Surimi Gel As Affected By Microbial Transglutaminase. *Animal Production Science*, 57: 993-1000.
- Silaban, M., N. Herawati, dan Y. Zalfiatri. 2017. Pengaruh Penambahan Rebung Betung dalam Pembuatan Nugget Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*). *JOM FAPERTA*, 4(2): 1-13.
- Srihari, E., F.S. Lingganingrum., D. Damaiyanti, dan N. Fanggih. 2015. Ekstrak Bawang Putih Bubuk Dengan Menggunakan Proses *Spray Drying*. *Jurnal Teknik Kimia*, 9(2): 62-68.
- Sugiharsono, A. C., I. D. A. R. Dewanti, dan E. Sulistiyani. 2014. Analisis Profil Protein Ekstrak Biji Mimba (*Azadirachta Indica A. Juzz*) dengan Pemanasan Basah sebelum Ekstraksi melalui Metode SDS-PAGE. Artikel Ilmiah. Hal: 1-7. Metode SDS-PAGE. Artikel Ilmiah. Hal: 1-7.
- Yongsawatdigul, J., dan Piyadhamviboon, P. 2005. Effect of Microbial Transglutaminase on Autolysis and Gelation of Lizardfish Surimi. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(9): 1453-1460.
- Zhang, M., P. Wang., M. Zou., R. Yang., M. Tian, dan Z. Gu. 2019. Microbial Transglutaminase Modified Protein Network And Its Importance In Enhancing The Quality Of High-Fiber Tofu With Okara. *Food Chemistry*. 289: 169-176.